

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 03 391.2

**Anmeldetag:** 29. Januar 2003

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer Antriebseinheit mit einem Verbrennungsmotor

**IPC:** F 02 B, F 02 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 3. Dezember 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag



Letang

09.01.03 St/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer Antriebseinheit mit einem  
Verbrennungsmotor

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht von einem Verfahren und von einer Vorrichtung zum Betreiben einer Antriebseinheit mit einem Verbrennungsmotor nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche aus.

20

Bei Verbrennungsmotoren ist bereits eine Leerlaufregelung bekannt, die beispielsweise in einem Leerlaufbetriebszustand des Verbrennungsmotors eine Istdrehzahl des Verbrennungsmotors einer Solldrehzahl nachführt und zu diesem Zweck ein indiziertes Solldrehmoment vorgibt.

25

Das indizierte Solldrehmoment ist das vom Verbrennungsmotor zu erzeugende Drehmoment an der Kurbelwelle. Das indizierte Solldrehmoment wird dabei im Falle eines Otto-Motors mit homogener Luft-/Kraftstoff-Gemischbildung über die Luftfüllung des Verbrennungsmotors oder im Falle eines Otto-Motors mit heterogener Luft-/Kraftstoff-Gemischbildung bzw. im Falle eines Dieselmotors über die Kraftstoffmenge als Stellgröße umgesetzt. Für die verwendete Stellgröße wird dabei ein dem indiziertem Solldrehmoment zugeordneter Sollwert vorgegeben.

30

In allen genannten Fällen stellt das begrenzte Luftangebot für den Verbrennungsmotor die Stellgrenze des Leerlaufreglers dar. Im Falle eines Otto-Motors kann dazu eine Drosselklappe in der Luftzufuhr bis zu einem maximal möglichen Öffnungsgrad geöffnet werden. Bei einem Dieselmotor kann die einzuspritzende Kraftstoffmenge nur bis zu

35

einem mit der ungedrosselten Luftfüllung korrelierenden Wert erhöht werden. Darüber hinaus erhöht sich zunächst die Abgastrübung auf unzulässiger Werte, bei weiterer Erhöhung der eingespritzten Kraftstoffmasse ist in Folge des nicht weiter steigenden Gemischheizwertes kein weiterer Drehmomentgewinn erzielbar.

Die Stabilisierung der Leerlaufdrehzahl stellt insbesondere beim Rangieren eines Fahrzeuges ein wesentliches Komfortmerkmal dar. Speziell bei Fahrzeugen mit sogenannten Downsizing-Konzepten, beispielsweise unter Verwendung eines Abgasturboladers oder eines Kompressors, ist in Folge des deutlich reduzierten Hubraumes das maximal verfügbare Drehmoment des Leerlaufreglers eingeschränkt. In größeren Höhen über dem Meeresspiegel mit entsprechend reduziertem Umgebungsdruck erfahren diese Konzepte eine zusätzliche Einschränkung.

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche haben demgegenüber den Vorteil, dass zur Einstellung der mindestens einen Stellgröße ein Verdichter in einer Luftzufuhr zum Verbrennungsmotor aktiviert wird, wenn der Sollwert der mindestens einen Stellgröße einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet. Auf diese Weise kann der Stellbereich der Regelung und damit der maximal verfügbare Wert für die Ausgangsgröße der Antriebseinheit durch Aktivierung des Verdichters ohne nennenswerten Mehraufwand ausgeweitet werden. Wird als Ausgangsgröße der Antriebseinheit ein Drehmoment gewählt, so ist auch bei Antriebseinheiten mit den sogenannten Downsizing-Konzepten, beispielsweise unter Verwendung eines elektrisch unterstützten Abgasturboladers oder eines Kompressors, trotz des deutlich reduzierten Hubraumes das maximal verfügbare Drehmoment der Regelung nicht eingeschränkt. Auch in größeren Höhen mit entsprechend reduziertem Umgebungsdruck erfahren solche Konzepte keine zusätzliche Einschränkung.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn als mindestens eine Stellgröße ein Saugrohrdruck gewählt wird und wenn als vorgegebener Schwellwert der Umgebungsdruck gewählt wird. Auf diese Weise wird sicher gestellt, dass der Verdichter erst dann aktiviert wird, wenn der Sollwert für den Saugrohrdruck über dem Umgebungsdruck liegt, d.h. der Sollwert für den Saugrohrdruck nicht mehr nur durch geeignete Einstellung der Drosselklappe realisiert werden kann. Ein unnötiges Aktivieren des Verdichters wird auf diese Weise vermieden. Dies lässt sich besonders einfach realisieren, wenn aus dem Sollwert der Ausgangsgröße ein Sollwert für den Saugrohrdruck ermittelt wird, wobei für den Fall, in dem der Sollwert für den Saugrohrdruck den Umgebungsdruck überschreitet, zusätzlich zu einer vollständigen Öffnung eines Stellgliedes, insbesondere einer Drosselklappe, im Saugrohr der Verdichter und/oder ein Bypassventil derart angesteuert wird, dass er einen Ladedruck im Saugrohr aufbaut, der etwa dem Sollwert für den Saugrohrdruck entspricht.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen

Figur 1 ein Blockschaltbild einer Antriebseinheit mit einem Verbrennungsmotor,

Figur 2 einen Ablaufplan für einen beispielhaften Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer ersten Ausführungsform und

Figur 3 einen Ablaufplan für einen beispielhaften Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 kennzeichnet 1 eine Antriebseinheit, beispielsweise eines Kraftfahrzeugs. Die Antriebseinheit 1 umfasst einen Verbrennungsmotor 5, der beispielsweise als Otto-Motor oder als Dieselmotor ausgebildet sein kann. Im Folgenden wird zunächst beispielhaft angenommen, dass der Verbrennungsmotor 5 als Otto-Motor ausgebildet ist. Dem

Verbrennungsmotor 5 ist über eine Luftzufuhr 20 Frischluft zuführbar, deren Strömungsrichtung in Figur 1 durch einen Pfeil dargestellt ist. In der Luftzufuhr 20 ist ein Verdichter 15 angeordnet, der die dem Verbrennungsmotor 5 zuzuführende Frischluft verdichten kann. Der Verdichter 15 kann z.B. elektrisch angetrieben sein. Der Verdichter 15 kann rein elektrisch angetrieben sein und beispielsweise einen elektrischen Zusatzverdichter darstellen. Der Verdichter 15 kann aber auch der Verdichter eines elektrisch unterstützten Abgasturboladers sein. Gemäß einer weiteren Alternative kann der Verdichter 15 mechanisch angetrieben werden, vorzugsweise über eine Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 5 über einen Riementrieb. In diesem Fall wird der Verdichter 15 auch als Kompressor bezeichnet. Zusätzlich zum Verdichter 15 können ein oder mehrere weitere Verdichter in Serie zum Verdichter 15 in der Luftzufuhr 20 angeordnet sein. Dabei kann es sich zusätzlich zu den genannten Verdichterarten auch um einen Verdichter eines Abgasturboladers ohne elektrische Unterstützung handeln.

Der Verdichter 15 kann, wie in Figur 1 dargestellt, durch einen Bypass 60 mit einem Bypassventil 65 umgangen sein. Ist das Bypassventil 65 vollständig geschlossen, so wird die Frischluft vollständig über den Verdichter 15 geleitet. Ist das Bypassventil 65 völlig geöffnet, so wird die Frischluft vollständig über den Bypass 60 geleitet und nicht über den Verdichter 15. Bei teilweiser Öffnung des Bypassventils 65 wird je nach Öffnungsgrad ein unterschiedlich großer Anteil an Frischluft über den Bypass 60 und der restliche Anteil der Frischluft über den Verdichter 15 dem Verbrennungsmotor 5 zugeführt. Dem Verdichter 15 in Strömungsrichtung nachfolgend ist in der Luftzufuhr 20 eine Drosselklappe 25 angeordnet. Über den Öffnungsgrad der Drosselklappe 25 kann die Luftzufuhr zum Verbrennungsmotor 5 eingestellt werden. Der der Drosselklappe 25 in Strömungsrichtung nachfolgend angeordnete Teil der Luftzufuhr 20 wird auch als Saugrohr bezeichnet und ist in Figur 1 durch das Bezugszeichen 30 gekennzeichnet. Über ein oder mehrere in Figur 1 nicht dargestellte Einlassventile wird die Luft vom Saugrohr 30 in einen in Figur 1 ebenfalls nicht dargestellten Brennraum des Verbrennungsmotors 5 geführt. Die Einspritzung von Kraftstoff kann entweder direkt über ein erstes Einspritzventil 75 in den Brennraum erfolgen oder indirekt über ein in Figur 1 gestrichelt dargestelltes zweites Einspritzventil 80 im Saugrohr 30. Zur Zündung des sich im Brennraum befindenden Luft-/Kraftstoff-Gemisches ist eine Zündkerze 85 vorgesehen und in Figur 1 ebenfalls gestrichelt dargestellt. Über ein oder mehrere in Figur 1 nicht dargestellte Auslassventile wird das bei der Verbrennung des Luft-/Kraftstoff-Gemisches im Brennraum entstehende Abgas einem Abgasstrang 95 zugeführt und dort in der

ebenfalls durch einen Pfeil gekennzeichneten Strömungsrichtung weggeführt, beispielsweise zu einem Katalysator. Ferner kann es vorgesehen sein, dass, wie in Figur 1 dargestellt, ein erster Drucksensor 55 in der Luftzufuhr 20 in Strömungsrichtung vor dem Verdichter 15 angeordnet ist. Zusätzlich kann es optional vorgesehen sein, dass im Saugrohr 30 ein zweiter Drucksensor 70 vorgesehen ist.

Weiterhin ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung 35 vorgesehen, die beispielsweise hardware- und/oder softwaremäßig in einer Motorsteuerung der Antriebseinheit 1 implementiert ist oder selbst die Motorsteuerung bildet. Im Folgenden soll beispielhaft angenommen werden, dass die Vorrichtung 35 selbst die Motorsteuerung bildet. In Figur 1 sind dabei nur die zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens erforderlichen Komponenten der Motorsteuerung 35 dargestellt. Diese Komponenten können in Form von Software- und/oder Hardwaremodulen realisiert sein.

Die Motorsteuerung 35 umfasst eine Regelung 10. Im Folgenden soll beispielhaft angenommen werden, dass es sich bei der Regelung 10 um eine Leerlaufregelung handelt. Gemäß Figur 1 ist am Verbrennungsmotor 5 ein Drehzahlsensor 90 vorgesehen, der die Drehzahl des Verbrennungsmotors 5 beispielsweise auf Grund der Kurbelwellenumdrehungen misst. Die vom Drehzahlsensor 90 gemessene Drehzahl des Verbrennungsmotors 5 stellt dann einen Istwert nist dieser Drehzahl dar, die im Folgenden auch als Motordrehzahl bezeichnet wird. Der Istwert nist der Motordrehzahl wird der Leerlaufregelung 10 zugeführt. Der Leerlaufregelung 10 wird außerdem ein Sollwert nsoll der Motordrehzahl zugeführt. Bei dem Sollwert nsoll für die Motordrehzahl kann es sich um einen fest vorgegebenen Wert handeln, der in der Motorsteuerung 35 oder, wie in Figur 1 dargestellt, in einem der Motorsteuerung 35 zugeordneten Speicher 105, abgelegt sein kann. Dieser Sollwert nsoll der Motordrehzahl kann beispielsweise 1200 U/min betragen. Die Motordrehzahl ist eine Betriebsgröße des Verbrennungsmotors 5 und damit der Antriebseinheit 1. Die Leerlaufregelung 10 bildet nun einen Sollwert für eine Ausgangsgröße der Antriebseinheit 1, um den Istwert nist der Motordrehzahl dem Sollwert nsoll der Motordrehzahl nachzuführen. Bei der Ausgangsgröße der Antriebseinheit 1 kann es sich beispielsweise um ein Drehmoment oder um eine Leistung oder um eine von einer der beiden genannten Größen abgeleitete Ausgangsgröße handeln. Im Folgenden soll beispielhaft angenommen werden, dass es sich bei der Ausgangsgröße der Antriebseinheit 1 um ein Drehmoment handelt. Dabei soll hier angenommen werden, dass es sich bei dem Drehmoment um ein indiziertes

Drehmoment handelt, das an der in Figur 1 nicht dargestellten Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 5 allein auf Grund der Verbrennung des Luft-/Kraftstoff-Gemisches im Brennraum gebildet wird. Dieses indizierte Drehmoment soll im Folgenden als Ausgangsgröße der Antriebseinheit 1 beispielhaft verwendet werden. Die  
5 Leerlaufregelung 10 bildet also zur Nachführung des Istwertes  $n_{ist}$  der Motordrehzahl an den Sollwert  $n_{soll}$  der Motordrehzahl einen Sollwert für das indizierte Drehmoment des Verbrennungsmotors 5. Der Sollwert für das indizierte Drehmoment wird von der Leerlaufregelung 10 an Vorgabemittel 45 der Motorsteuerung 35 weitergeleitet.

10 Den Vorgabemitteln 45 ist der vom ersten Drucksensor 55 gemessene Druck in der Luftzufuhr 20 in Strömungsrichtung vor dem Verdichter 15 zugeführt. Dieser Druck ist in der Regel der Umgebungsdruck  $p_u$ , der auch als Atmosphärendruck bezeichnet wird. Bei Vorhandensein des zweiten Drucksensors 70 ist den Vorgabemitteln 45 auch der Messwert des zweiten Drucksensors 70 zugeführt. Der zweite Drucksensor 70 misst den  
15 Druck im Saugrohr 30, der im Folgenden auch als Saugrohrdruck bezeichnet wird. Der Messwert stellt einen Istwert  $p_{soll}$  für den Saugrohrdruck dar und wird ebenfalls den Vorgabemitteln 45 zugeführt. Die Vorgabemittel 45 ermitteln aus dem zugeführten Sollwert für das indizierte Drehmoment den zur Umsetzung dieses Sollwertes erforderlichen Saugrohrdruck in Form eines Sollwertes  $p_{soll}$  für den Saugrohrdruck. Der  
20 Saugrohrdruck stellt dabei eine erste Stellgröße zur Umsetzung des Sollwertes für das indizierte Drehmoment dar. Der vom ersten Drucksensor 55 gemessene Umgebungsdruck  $p_u$  stellt einen vorgegebenen Schwellwert dar. Ist nun der von den Vorgabemitteln 45 gebildete Sollwert  $p_{soll}$  für den Saugrohrdruck kleiner oder gleich dem Umgebungsdruck  $p_u$  als vorgegebenem Stellwert, so veranlassen die Vorgabemittel 45  
25 die Stellmittel 100 der Motorsteuerung 35 zur Ansteuerung der Drosselklappe 25 derart, dass der geforderte Sollwert  $p_{soll}$  für den Saugrohrdruck im Saugrohr 30 umgesetzt werden kann. Je größer der geforderte Saugrohrdruck ist, umso weiter muss die Drosselklappe 25 geöffnet werden. Entspricht der Sollwert  $p_{soll}$  für den Saugrohrdruck dem Umgebungsdruck  $p_u$ , so muss die Drosselklappe 25 von den Stellmitteln 100  
30 vollständig geöffnet werden. So lange der Sollwert  $p_{soll}$  für den Saugrohrdruck kleiner oder gleich dem Umgebungsdruck  $p_u$  ist, muss der Verdichter 15 nicht aktiviert werden und kann das Bypassventil 65 vollständig geöffnet sein. Ist der Verdichter 15 nicht aktiviert, so kann das Bypassventil 65 auch vollständig geschlossen sein. Die Frischluft wird in diesem Fall vollständig über den Verdichter 15 dem Verbrennungsmotor 5  
35 zugeführt, ohne jedoch verdichtet zu werden. Die Ansteuerung des Verdichters 15 und

des Bypassventils 65 erfolgt durch Aktivierungsmittel 50 der Motorsteuerung 35. Die Aktivierungsmittel 50 und die Stellmittel 100 stellen Umsetzungsmittel 40 dar, die den Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck umsetzen sollen. Die erfolgreiche Umsetzung wird in den Vorgabemitteln 45 durch Auswertung des sich einstellenden Istwertes pssoll des Saugrohrdruckes beispielsweise mittels einer Regelung sicher gestellt.

Wenn die Vorgabemittel 45 feststellen, dass der Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck größer als der Umgebungsdruck  $p_u$  und damit der vorgegebene Schwellwert ist, so lässt sich dieser Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck nicht mehr allein über die Drosselklappe 25 einstellen, da selbst bei vollständig geöffneter Drosselklappe 25 maximal der Umgebungsdruck  $p_u$  im Saugrohr 30 herrscht. Deshalb veranlassen die Vorgabemittel 45 in diesem Fall die Aktivierungsmittel 50 zur Aktivierung des Verdichters 15. Dazu kann ein Elektromotor zum elektrischen Antrieb des Verdichters 15 entsprechend angesteuert werden. Der in Figur 1 nicht dargestellte Elektromotor treibt den Verdichter über eine Welle an. Die Drehzahl des Elektromotors und damit des Verdichters 15 kann dabei von den Aktivierungsmitteln 50 so eingestellt werden, dass der vom Verdichter 15 erzeugte Ladedruck im Saugrohr 30 dem Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck entspricht. Zu diesem Zweck kann in den Aktivierungsmitteln 50 ein Kennfeld abgelegt sein, das die Drehzahl des Verdichters 15 in Abhängigkeit des von den Vorgabemitteln 45 vorgegebenen Sollwertes pssoll für den Saugrohrdruck und damit für den Ladedruck beschreibt. Dieses Kennfeld kann beispielsweise auf einem Prüfstand appliziert werden. Das Bypassventil 65 ist während der Aktivierung des Verdichters 15 vorzugsweise vollständig geschlossen. Lässt sich der Verdichter 15 jedoch nur mit einer festen Drehzahl betreiben, so müssen die Aktivierungsmittel 50 den Öffnungsgrad des Bypassventils 65 geeignet einstellen, um den gewünschten Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck umsetzen zu können. In diesem Fall ist der Öffnungsgrad des Bypassventils 65 über ein beispielsweise ebenfalls auf einem Prüfstand appliziertes Kennfeld aus dem von den Vorgabemitteln 45 vorgegebenen Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck abgeleitet. Alternativ kann der Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck auch sowohl durch Variation der Drehzahl des Verdichters 15, als auch durch Variation des Öffnungsgrades des Bypassventils 65 eingestellt werden. In diesem Fall kann in den Aktivierungsmitteln 50 ein Kennfeld abgelegt sein, das die Zuordnung des Sollwertes pssoll für den Saugrohrdruck zu einerseits einer Drehzahl des Verdichters 15 und andererseits einem Öffnungsgrad des Bypassventils 65 beschreibt. Auch dieses Kennfeld kann beispielsweise auf einem Prüfstand appliziert werden. Wird der Verdichter

mechanisch über die Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 5 angetrieben, so hängt seine Drehzahl vom Istwert nist der Motordrehzahl ab. Diese kann, wie in Figur 1 gestrichelt dargestellt, auch den Vorgabemitteln 45 zugeführt sein. In diesem Fall kann es beispielsweise vorgesehen sein, dass, wie beschrieben, die Vorgabemittel 45 über die Stellmittel 100 zunächst nur die Drosselklappe 25 ansteuern, wenn der Sollwert pssoll des Saugrohrdruckes kleiner oder gleich dem Umgebungsdruck pu als vorgegebenem Schwellwert ist. In diesem Fall steuern die Vorgabemittel 45 die Aktivierungsmittel 50 derart an, dass sie das Bypassventil 65 vollständig öffnen, um die Verdichtungswirkung des Verdichters 15 auf Grund des Istwertes nist der Motordrehzahl vollständig zu verhindern. Wenn dann der Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck den vorgegebenen Schwellwert überschreitet, so steuern zum einen die Stellmittel 100 die Drosselklappe 25 derart an, dass sie vollständig geöffnet ist, und zum anderen geben die Vorgabemittel 45 den Aktivierungsmitteln 50 in Abhängigkeit des Istwertes nist der Motordrehzahl und des umzusetzenden Sollwertes pssoll für den Saugrohrdruck einen Öffnungsgrad für das Bypassventil 65 vor, um mit Hilfe des Verdichters 15 den erforderlichen Ladedruck zur Umsetzung des Sollwertes pssoll des Saugrohrdruckes zu realisieren. Dabei kann in den Vorgabemitteln 45 ein Kennfeld abgelegt sein, das in Abhängigkeit des Istwertes nist der Motordrehzahl und des vorgegebenen Sollwertes pssoll für den Saugrohrdruck den erforderlichen Öffnungsgrad für das Bypassventil 65 liefert, um den Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck mittels des Verdichters 15 umsetzen zu können. Dieses Kennfeld kann ebenfalls beispielsweise auf einem Prüfstand appliziert werden. Die Aktivierung des Verdichters 15 durch die Aktivierungsmittel 50 ist in diesem Fall nicht erforderlich, da der Verdichter 15 durch die Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 5 angetrieben wird. Die Aktivierung des Verdichters 15 zur Erzeugung eines den vorgegebenen Schwellwert überschreitenden Saugrohrdruckes im Sinne der Erfindung erfolgt dann durch entsprechende Ansteuerung des Bypassventils 65 seitens der Aktivierungsmittel 50. So lange das Bypassventil 65 vollständig geöffnet ist, ist dabei der Verdichter 15 nicht im Sinne der Erfindung aktiviert, weil er nicht zu einer Druckerhöhung im Saugrohr 30 beiträgt, auch wenn er über die Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 5 angetrieben wird. Erst mit Verringerung des Öffnungsgrades des Bypassventils 65 wird der Verdichter 15 aktiviert und trägt zur Erhöhung des Druckes im Saugrohr 30 bei.

Das Bypassventil 65 kann in beliebiger, dem Fachmann bekannter Weise ausgebildet sein, beispielsweise als ein Stellglied mit veränderbarem, ansteuerbarem Öffnungsquerschnitt, beispielsweise in Form einer Drosselklappe. Entsprechend kann

auch die Drosselklappe 25 in beliebiger, dem Fachmann bekannter Weise allgemein als Stellglied mit veränderlichem Öffnungsquerschnitt ausgebildet sein.

5 Für die Umsetzung des Sollwertes für das indizierte Drehmoment können die Vorgabemittel 45 über die Stellmittel 100 weitere Stellgrößen beeinflussen, wie beispielsweise die Kraftstoffeinspritzmasse durch entsprechende Ansteuerung des ersten Einspritzventils 75 bzw. des zweiten Einspritzventils 80 und/oder durch Beeinflussung des Zündzeitpunktes durch geeignete Ansteuerung der Zündkerze 85.

10 Im Falle eines als Dieselmotor ausgebildeten Verbrennungsmotors 5 ist im Unterschied zum Blockschaltbild nach Figur 1 die Zündkerze 85 und die Drosselklappe 25 nicht vorhanden. Somit ist bei nicht aktiviertem Verdichter 15 bzw. vollständig geöffnetem Bypassventil 65 der Istwert  $p_{\text{ist}}$  des Saugrohrdruckes gleich dem Umgebungsdruck  $p_u$  und damit gleich dem vorgegebenen Schwellwert. Die Umsetzung des vorgegebenen  
15 Sollwertes für das indizierte Drehmoment erfolgt daher zunächst allein durch entsprechende Einstellung der Einspritzmasse durch die Stellmittel 100. Lässt sich in Folge des nicht weiter steigenden Gemischheizwertes kein weiterer Drehmomentgewinn allein durch Erhöhung der Einspritzmenge erzielen, und ist dennoch eine Erhöhung des indizierten Drehmoments gefordert, so geben die Vorgabemittel 45 zusätzlich zur  
20 Kraftstoffeinspritzmasse als Stellgröße einen Sollwert  $p_{\text{soll}}$  für den Saugrohrdruck vor, der den vorgegebenen Schwellwert, nämlich den Umgebungsdruck  $p_u$ , überschreitet. In diesem Fall wird dann der Verdichter 15 und/oder das Bypassventil 65 in der zuvor für den Otto-Motor beschriebenen Weise aktiviert, um den Sollwert  $p_{\text{soll}}$  für den Saugrohrdruck umzusetzen.

Allgemein kann sowohl für den Otto-Motor, als auch für den Diesel-Motor zusammengefasst werden, dass bei dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung für den Fall, für den von der Leerlaufregelung 10 ein Sollwert für das indizierte Drehmoment angefordert wird, das sich mit dem zur  
30 Verfügung stehenden Umgebungsdruck  $p_u$  nicht bereitstellen lässt, durch Ansteuerung des Verdichters 15 und/oder des Bypassventils 65 der Saugrohrdruck auf Werte oberhalb des Umgebungsdrucks  $p_u$  erhöht werden kann.

35 Durch den vom Verdichter 15 zur Verfügung gestellten Ladedruck lässt sich dann entsprechend der daraus resultierenden zusätzlichen Füllung der Zylinder des

Verbrennungsmotors 5 ein zusätzliches Drehmoment bereitstellen und damit das von der Leerlaufregelung 10 geforderte indizierte Drehmoment realisieren.

5 Im Folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren beispielhaft anhand eines ersten Ablaufplans gemäß Figur 2 beschrieben. Nach dem Start des Programms durch Aktivierung der Leerlaufregelung 10 vergleicht die Leerlaufregelung 10 den Sollwert nsoll der Motordrehzahl mit dem zugeführten Istwert nist der Motordrehzahl und berechnet eine Regelabweichung als Differenz aus Sollwert nsoll und Istwert nist. Dies geschieht bei einem Programmpunkt 200. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 10 205 verzweigt.

Bei Programmpunkt 205 berechnet die Leerlaufregelung 10 den Sollwert für das indizierte Drehmoment, der erforderlich ist, um die berechnete Regelabweichung zu minimieren. Die Berechnung des Sollwertes für das indizierte Drehmoment erfolgt dabei 15 über einen Regleralgorithmus in dem Fachmann bekannter Weise. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 210 verzweigt.

Bei Programmpunkt 210 rechnen die Vorgabemittel 45 den von der Leerlaufregelung 10 empfangenen Sollwert für das indizierte Drehmoment in den Sollwert pssoll für den 20 Saugrohrdruck um. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 215 verzweigt.

Bei Programmpunkt 215 prüfen die Vorgabemittel 45, ob der Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck größer als der vorgegebene Schwellwert, nämlich der Umgebungsdruck  $p_u$ , ist. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt 225 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 220 verzweigt.

Bei Programmpunkt 220 veranlassen die Vorgabemittel 45 die Steuermittel 100 zur Umsetzung des Sollwertes pssoll des Saugrohrdruckes allein durch entsprechende 30 Ansteuerung der Drosselklappe 25. Anschließend wird zu Programmpunkt 200 zurück verzweigt.

Alternativ kann nach Programmpunkt 220 in der Motorsteuerung 35 geprüft werden, ob die Leerlaufregelung 10 noch aktiviert ist. Ist dies der Fall, so wird zu Programmpunkt 200 verzweigt, andernfalls wird das Programm verlassen.

Bei Programmpunkt 225, veranlassen die Vorgabemittel 45 die Stellmittel 100 zur vollständigen Öffnung der Drosselklappe 25 und die Aktivierungsmittel 50 zur Ansteuerung des Verdichters 15 und/oder des Bypassventils 65 für die Einstellung des geforderten Sollwertes pssoll des Saugrohrdruckes in der beschriebenen Weise.

5      Anschließend wird zu Programmpunkt 200 zurück verzweigt. Alternativ kann nach Programmpunkt 225 in der Motorsteuerung 35 geprüft werden, ob die Leerlaufregelung 10 noch aktiv ist. Ist dies der Fall, so wird zu Programmpunkt 200 zurück verzweigt, andernfalls wird das Programm verlassen.

10      Der Ablaufplan nach Figur 2 eignet sich in besonderer Weise für die Umsetzung bei einem als Otto-Motor ausgebildeten Verbrennungsmotor 5, insbesondere bei Benzindirekteinspritzung im Homogenbetrieb, bei der es auf ein homogenes Luft-/Kraftstoff-Gemisch im Brennraum des Verbrennungsmotors 5 ankommt.

15      In Figur 3 ist ein zweiter Ablaufplan für eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Dieser eignet sich zur Anwendung bei einem als Dieselmotor ausgebildeten Verbrennungsmotor 5 bzw. bei einem als Otto-Motor ausgebildeten Verbrennungsmotor 5 mit Benzindirekteinspritzung im Schichtbetrieb, bei dem es auf ein heterogenes Luft-/Kraftstoff-Gemisch im Brennraum des  
20      Verbrennungsmotors 5 ankommt.

Nach dem Start des Programms durch Aktivierung der Leerlaufregelung 10 vergleicht die Leerlaufregelung 10 bei einem Programmpunkt 300 den Sollwert nsoll der Motordrehzahl mit dem Istwert nist der Motordrehzahl und berechnet daraus durch Differenzbildung die Regelabweichung. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 305 verzweigt.

Bei Programmpunkt 305 berechnet die Leerlaufregelung 10 aus der Regelabweichung den Sollwert für das indizierte Drehmoment über den Regleralgorithmus, wie auch zu Programmpunkt 205 in Figur 2 beschrieben. Anschließend wird zu einem  
30      Programmpunkt 310 verzweigt.

Bei Programmpunkt 310 ermitteln die Vorgabemittel 45 die erforderliche einzuspritzende Kraftstoffmasse und den erforderlichen Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck zur Umsetzung des Sollwertes für das indizierte Drehmoment. Dabei ermitteln die  
35      Vorgabemittel 45 im Falle eines Dieselmotors für den Sollwert pssoll des

Saugrohrdruckes so lange den Umgebungsdruck  $p_u$ , wie der Sollwert für das indizierte Drehmoment allein durch Einstellung der einzuspritzenden Kraftstoffmasse umgesetzt werden kann. Kann der Sollwert für das indizierte Drehmoment nicht mehr allein durch Einstellung der einzuspritzenden Kraftstoffmasse umgesetzt werden, so wird der Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck über den Umgebungsdruck  $p_u$  erhöht. Im Falle des Benzinmotors, der ja über die Drosselklappe 25 im Saugrohr 30 verfügt, ermitteln die Vorgabemittel 45 generell einen Sollwert für die einzuspritzende Kraftstoffmasse und den Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck unabhängig vom Umgebungsdruck  $p_u$ . Die Umsetzung des Sollwertes für das indizierte Drehmoment in einen Sollwert für die einzuspritzende Kraftstoffmasse und den Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck erfolgt in dem Fachmann bekannter Weise, beispielsweise unter Verwendung eines geeigneten Kennfeldes in den Vorgabemitteln 45, das beispielsweise auf einem Prüfstand appliziert werden kann und jedem Sollwert des indizierten Drehmoments einen Sollwert für die einzuspritzende Kraftstoffmasse und einen Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck zuordnet.

Nach Programmpunkt 310 wird zu einem Programmpunkt 315 verzweigt.

Bei Programmpunkt 315 prüfen die Vorgabemittel 45, ob der Sollwert pssoll für den Saugrohrdruck größer als der vorgegebene Schwellwert, also der Umgebungsdruck  $p_u$  ist. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt 325 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 320 verzweigt.

Bei Programmpunkt 320 veranlassen die Vorgabemittel 45 im Falle des Dieselmotors allein die Stellmittel 100 zur Umsetzung des Sollwertes für die einzuspritzende Kraftstoffmasse durch entsprechende Ansteuerung des ersten Einspritzventils 75 oder des zweiten Einspritzventils 80.

Im Falle des Benzinmotors veranlassen die Vorgabemittel 45 bei Programmpunkt 320 über die Stellmittel 100 die Umsetzung des Sollwertes für die einzuspritzende Kraftstoffmasse durch entsprechende Ansteuerung des ersten Einspritzventils 75 oder des zweiten Einspritzventils 80 und die Umsetzung des vorgegebenen Sollwertes pssoll für den Saugrohrdruck durch entsprechende Ansteuerung der Drosselklappe 25:

Nach Programmpunkt 320 wird zu Programmpunkt 300 zurückverzweigt.

Alternativ kann nach Programmpunkt 320 in der Motorsteuerung 35 geprüft werden, ob die Leerlaufregelung 10 noch aktiviert ist. Ist dies der Fall, so wird zu Programmpunkt 300 zurückverzweigt, andernfalls wird das Programm verlassen.

5

Bei Programmpunkt 325 veranlassen die Vorgabemittel 45 unabhängig von der Ausbildung des Verbrennungsmotors 5 als Otto-Motor oder als Dieselmotor die Stellmittel 100 zur Umsetzung des Sollwertes für die einzuspritzende Kraftstoffmasse durch entsprechende Ansteuerung des ersten Einspritzventils 75 oder des zweiten Einspritzventils 80 und die Aktivierungsmittel 50 zur Ansteuerung des Verdichters 15 und/oder des Bypassventils 65 zur Umsetzung des Sollwertes pssoll für den Saugrohrdruck in der beschriebenen Weise. Anschließend wird zu Programmpunkt 300 zurückverzweigt.

10

15

Alternativ kann nach Programmpunkt 325 in der Motorsteuerung 35 geprüft werden, ob die Leerlaufregelung 10 noch aktiv ist. Ist dies der Fall, so wird zu Programmpunkt 300 zurückverzweigt, andernfalls wird das Programm verlassen.

20

Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich beispielsweise in einem Leerlaufbetriebszustand der Antriebseinheit 1 realisieren, aber auch in beliebigen anderen Betriebszuständen, in denen die Regelung 10, in diesem Beispiel die Leerlaufregelung, aktiv ist. In diesem Beispiel wurde als Betriebsgröße der Antriebseinheit 1 beispielhaft die Motordrehzahl gewählt. Es kann aber für die Regelung 10 auch eine beliebige andere in dem mindestens einen Betriebszustand zu regelnde Betriebsgröße der Antriebseinheit 1 verwendet werden, beispielsweise auch ein Drehmoment oder eine Leistung.

09.01.03 St/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

10

1. Verfahren zum Betreiben einer Antriebseinheit (1) mit einem Verbrennungsmotor (5), insbesondere eines Fahrzeugs, bei dem in mindestens einem Betriebszustand von einer Regelung (10) ein Sollwert für mindestens eine Stellgröße der Antriebseinheit (1) vorgegeben wird, um einen Istwert einer Betriebsgröße der Antriebseinheit (1) einem Sollwert der Betriebsgröße nachzuführen, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Einstellung der mindestens einen Stellgröße ein Verdichter (15) in einer Luftzufuhr (20) zum Verbrennungsmotor (5) aktiviert wird, wenn der Sollwert der mindestens einen Stellgröße einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

15

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem mindestens einen Betriebszustand von der Regelung (10) ein Sollwert für eine Ausgangsgröße der Antriebseinheit (1), vorzugsweise ein Drehmoment, vorgegeben wird, um den Istwert der Betriebsgröße der Antriebseinheit (1) dem Sollwert der Betriebsgröße nachzuführen, wobei der Sollwert der Ausgangsgröße über die mindestens eine Stellgröße umgesetzt wird, deren Sollwert dem Sollwert der Ausgangsgröße zugeordnet wird.

30

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Betriebsgröße eine Motordrehzahl gewählt wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als mindestens eine Stellgröße ein Saugrohrdruck gewählt wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als vorgegebener Schwellwert der Umgebungsdruck gewählt wird.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdichter (15) elektrisch angetrieben wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdichter (15) mechanisch, vorzugsweise über eine Kurbelwelle des Verbrennungsmotors (5), angetrieben wird.
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sollwert der Ausgangsgröße über eine zweite Stellgröße, insbesondere eine Kraftstoffeinspritzmasse, umgesetzt wird.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Sollwert der Ausgangsgröße ein Sollwert für den Saugrohrdruck ermittelt wird, dass für den Fall, in dem der Sollwert für den Saugrohrdruck den Umgebungsdruck überschreitet, zusätzlich zu einer vollständigen Öffnung eines Stellgliedes (25), insbesondere einer Drosselklappe, im Saugrohr (30) der Verdichter (15) und/oder ein Bypassventil (65) derart angesteuert wird, dass er einen Ladedruck im Saugrohr (30) aufbaut, der etwa dem Sollwert für den Saugrohrdruck entspricht.
10. Vorrichtung (35) zum Betreiben einer Antriebseinheit (1) mit einem Verbrennungsmotor (5), insbesondere eines Fahrzeugs, bei dem eine Regelung (10) vorgesehen ist, die in mindestens einem Betriebszustand einen Sollwert für mindestens eine Stellgröße der Antriebseinheit (1) vorgibt, um einen Istwert einer Betriebsgröße der Antriebseinheit (1) einem Sollwert der Betriebsgröße nachzuführen, **dadurch gekennzeichnet, dass** Aktivierungsmittel (50) vorgesehen sind, die zur Einstellung der mindestens einen Stellgröße einen Verdichter (15) in einer Luftzufuhr (20) zum Verbrennungsmotor (5) aktivieren, wenn der Sollwert der mindestens einen Stellgröße einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

09.01.03 St/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer Antriebseinheit mit einem  
Verbrennungsmotor

Zusammenfassung

15

Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Antriebseinheit (1) mit einem Verbrennungsmotor (5), insbesondere eines Fahrzeugs, vorgeschlagen, die eine Erweiterung eines Stellbereiches einer Regelung (10) ohne nennenswerten Mehraufwand ermöglichen. Dabei wird in mindestens einem Betriebszustand von der Regelung (10) ein Sollwert für mindestens eine Stellgröße der Antriebseinheit (1) vorgegeben, um einen Istwert einer Betriebsgröße der Antriebseinheit (1) einem Sollwert der Betriebsgröße nachzuführen. Zur Einstellung der mindestens einen Stellgröße wird ein Verdichter (15) in einer Luftzufuhr (20) zum Verbrennungsmotor (5) aktiviert, wenn der Sollwert der mindestens einen Stellgröße einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

20

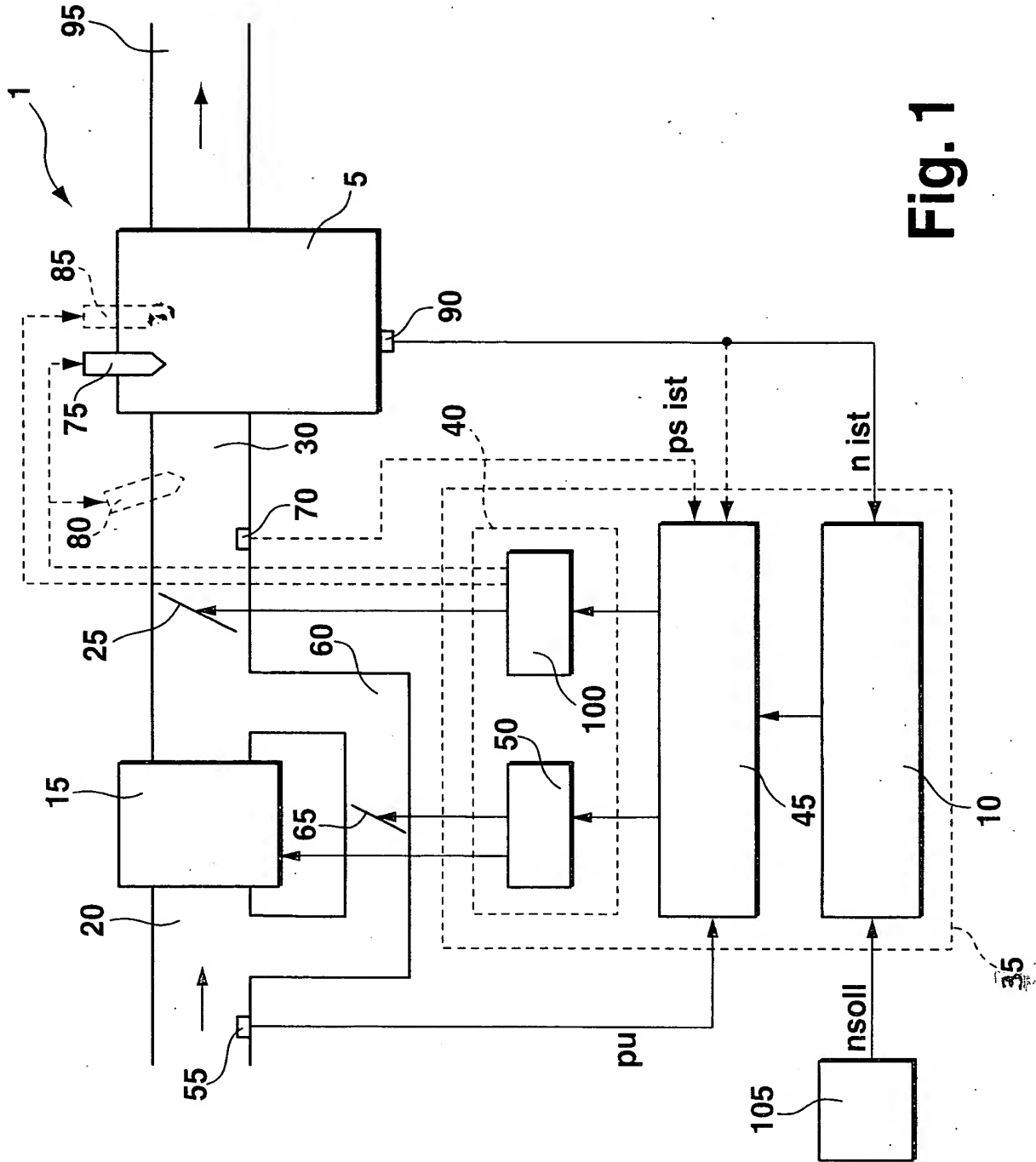


Fig. 1

2/2

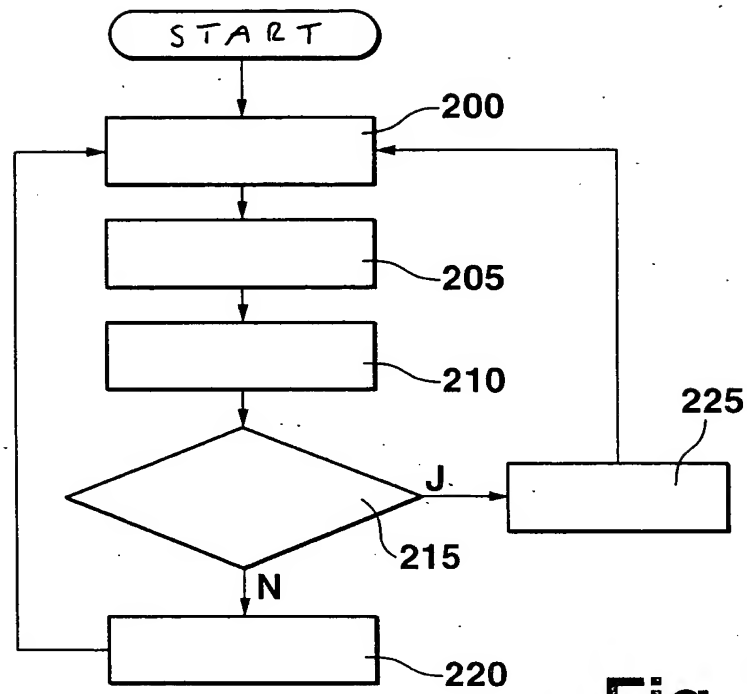


Fig. 2

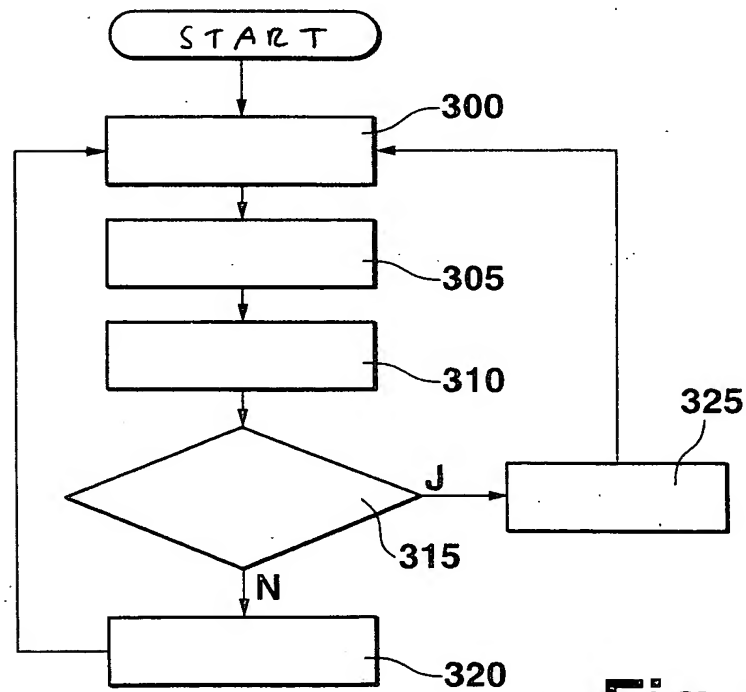


Fig. 3